

9)

VOXEL DIVISION PROCESSING METHOD AND RECORDING MEDIUM RECORDED WITH VOXEL DIVISION PROCESSING PROGRAM

Patent Number: JP2002149718
Publication date: 2002-05-24
Inventor(s): TERAJIMA KAZUKO
Applicant(s): FUJITSU NAGANO SYSTEMS ENGINEERING LTD
Requested Patent: ☐ JP2002149718
Application Number: JP20000340203 20001108
Priority Number(s):
IPC Classification: G06F17/50
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To guarantee the reliability of an analysis result and to performs processing within the range of a machine resource quantity to be analyzed when a CAD model is analyzed by VOXEL division.

SOLUTION: A volume error calculation part 1 by VOXEL sizes calculates volume errors corresponding several VOXEL sizes as to each component and a machine resource consumption calculation part 2 by the VOXEL sizes calculates the VOXEL sizes when a volume error is made constant and machine resource consumption when an analysis is taken by the VOXEL size as to each component. Then a machine resource consumption calculation part 3 by volume errors calculates the machine resource consumption of the whole model with a certain volume error. A volume error minimum value calculation part 4 by machine resource consumption finds the minimum value of the volume error within the range of the current machine resource quantity and a VOXEL size calculation part 5 by the minimum volume error calculates the VOXEL size of the minimum volume error by components.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-149718

(P2002-149718A)

(43) 公開日 平成14年5月24日 (2002.5.24)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 6 F 17/50

識別記号

6 1 2

F I

G 0 6 F 17/50

テマコード* (参考)

6 1 2 J 5 B 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全6頁)

(21) 出願番号 特願2000-340203(P2000-340203)

(22) 出願日 平成12年11月8日 (2000.11.8)

(71) 出願人 399101348

株式会社富士通長野システムエンジニア
リング

長野県長野市大字鶴賀字鍋屋田1403番地3

(72) 発明者 寺島 和子

長野県長野市大字鶴賀字鍋屋田1403番地3

株式会社富士通長野システムエンジニア
リング内

(74) 代理人 100087848

弁理士 小笠原 吉義 (外2名)

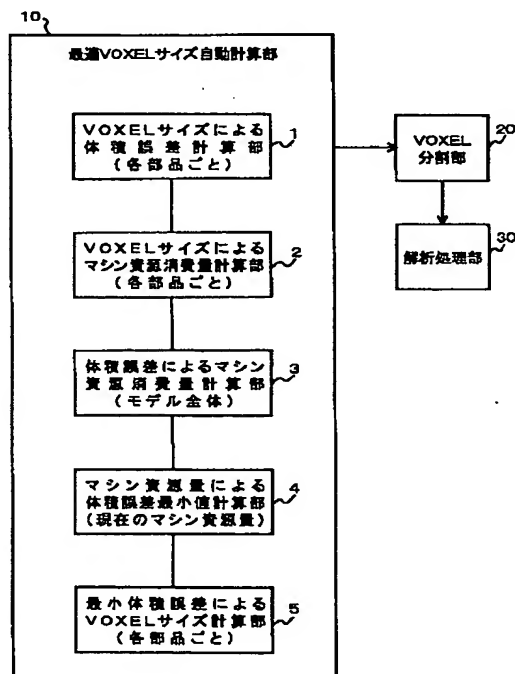
Fターム(参考) 5B046 DA01 DA02 FA06 FA16 JA07

(54) 【発明の名称】 ボクセル分割処理方法およびボクセル分割処理プログラム記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 CADモデルをVOXEL分割により解析する際に、解析結果の信頼性を保証し、解析するマシン資源量の範囲内で処理できるようにする。

【解決手段】 VOXELサイズによる体積誤差計算部1では、各部品について、いくつかのVOXELサイズに応じた体積誤差を計算し、VOXELサイズによるマシン資源消費量計算部2では、各部品について、体積誤差を一定にした場合のVOXELサイズ、およびそのVOXELサイズによる解析時のマシン資源消費量を計算する。次に、体積誤差によるマシン資源消費量計算部3では、ある体積誤差でのモデル全体のマシン資源消費量を計算する。マシン資源消費量による体積誤差最小値計算部4では、現在のマシン資源量の範囲内で体積誤差の最小値を求め、最小体積誤差によるVOXELサイズ計算部5では、部品ごとの最小体積誤差におけるVOXELサイズを計算する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の部品からなるCADアセンブリモデルをボクセルに分割する方法であって、前記各部品の本来の形状の体積と当該部品のボクセル分割後の体積との誤差が、全部品について一定となるように、部品ごとに異なるボクセルサイズを算出して、各部品をボクセルに分割することを特徴とするボクセル分割処理方法。

【請求項2】 前記ボクセルサイズは、前記体積の誤差が全部品について一定であるとともに、現在のマシン資源の範囲内で解析を実行し得る最小のサイズであることを特徴とする請求項1記載のボクセル分割処理方法。

【請求項3】 複数の部品からなるCADアセンブリモデルをボクセルに分割する方法であって、前記各部品ごとに、少なくとも3個以上のボクセルサイズに対して、部品の本来の形状の体積と当該部品のボクセル分割後の体積との誤差を算出し、体積誤差とボクセルサイズとの関係式を求める過程と、前記各部品ごとに、前記体積誤差とボクセルサイズとの関係式から体積誤差をある値に仮定した場合のボクセルサイズを算出し、そのボクセルサイズを用いたときの解析処理に要するマシン資源消費量を算出する過程と、前記マシン資源消費量の算出を少なくとも3個以上の体積誤差について行い、モデル全体のマシン資源消費量と体積誤差との関係式を求める過程と、前記モデル全体のマシン資源消費量と体積誤差との関係式から、使用可能なマシン資源の範囲内で体積誤差が最小になる値を算出する過程と、前記体積誤差が最小になる値をもとに、各部品ごとにボクセルサイズを算出する過程とを有することを特徴とするボクセル分割処理方法。

【請求項4】 複数の部品からなるCADアセンブリモデルをボクセルに分割するためのプログラムを記録した記録媒体であって、前記各部品の本来の形状の体積と当該部品のボクセル分割後の体積との誤差が、全部品について一定となるように、部品ごとに異なるボクセルサイズを算出する処理と、算出した部品ごとのボクセルサイズで各部品を分割する処理とを、コンピュータに実行させるためのプログラムを記録したことを特徴とするボクセル分割処理プログラム記録媒体。

【請求項5】 複数の部品からなるCADアセンブリモデルをボクセルに分割するためのプログラムを記録した記録媒体であって、前記各部品ごとに、少なくとも3個以上のボクセルサイズに対して、部品の本来の形状の体積と当該部品のボクセル分割後の体積との誤差を算出し、体積誤差とボクセルサイズとの関係式を求める処理と、前記各部品ごとに、前記体積誤差とボクセルサイズとの関係式から体積誤差をある値に仮定した場合のボクセルサイズを算出し、そのボクセルサイズを用いたときの解析処理に要するマシン資源消費量を算出する処理と、前記マシン資源消費量の算出を少なくとも3個以上の体積誤差について行い、モデル全体のマシン資源消費

量と体積誤差との関係式を求める処理と、前記モデル全体のマシン資源消費量と体積誤差との関係式から、使用可能なマシン資源の範囲内で体積誤差が最小になる値を算出する処理と、前記体積誤差が最小になる値をもとに、各部品ごとにボクセルサイズを算出する処理とを、コンピュータに実行させるためのプログラムを記録したことを特徴とするボクセル分割処理プログラム記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、CADのアセンブリモデルをボクセル（VOXEL）に分割して解析する際のボクセル分割処理方法およびボクセル分割処理プログラム記録媒体に関する。

【0002】例えば有限要素法を用いてCADのアセンブリモデルに加わる応力、熱伝導等といった物理量の解析を行う場合には、アセンブリモデルを微小な立方体（これをVOXELという）に分割して計算を行う。VOXELサイズは、小さければ小さいほど解析精度は上がるが、それに伴いマシン資源の消費量が急激に増加するので、マシン資源消費量との兼ね合いで最適なVOXELサイズを決定する必要がある。

【0003】

【従来の技術】従来のCADアセンブリモデルのVOXELの分割方法では、アセンブリモデルの全部品（パーツ）に対して同一のVOXELサイズによる分割を行っている。そのため、部品の本来の形状とVOXEL分割を行った形状との体積誤差は、各部品ごとに異なってしまう。例えば、形状が長方体でなめらかな部品は体積誤差が小さく、微小な部品や曲面を多く含む部品は体積誤差が大きくなる。図9に示すように、従来のVOXELの分割方法では、CADアセンブリモデルの部品Aと部品Bのサイズおよび形状が異なっているが、部品Aと部品Bは同一VOXELサイズで分割されるため、VOXEL分割後の部品Bの体積誤差は小さいが、部品Aについては体積誤差が大きくなっていた。

【0004】また、解析するマシン（コンピュータシステム）のCPU時間やメモリ量等の資源と照らし合わせて解析前にVOXELサイズを指定することは、実際上は困難である。すなわち、解析処理を一度実行してみなければ、そのマシン資源によって解析処理が完了するかどうかの判断ができず、メモリ資源不足等で解析処理が不能となる場合もあった。このような処理不能の事態が生じた場合には、VOXELサイズを再度設定し、解析属性データを作成し直して、再度解析処理を実行しなければならなかった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、従来のVOXEL分割による解析処理では、CADアセンブリモデルに、体積誤差が少ないかあるいは体積誤差が全く

ない部品があっても、一部にVOXELとの体積誤差が大きくなる部品が含まれていると、解析処理はVOXEL分割した形状の全体に対して行うため、アセンブリモデル全体としての解析結果の信頼性は低くなってしまいう問題があった。

【0006】また、解析の精度を上げるために、VOXELのサイズを必要以上に小さくすると、マシンの資源不足のために解析処理が不能になり、求める結果が得られないという問題があった。

【0007】本発明は上記問題点の解決を図り、解析精度を上げてモデル全体としての解析結果の信頼性を保証するとともに、実際に解析処理に使用するマシン資源の範囲内で解析可能な最適VOXELサイズを指定する手段を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を解決するため、CADのアセンブリモデルをVOXEL分割する際に、各部品の本来の形状の体積とVOXEL分割後の体積との誤差が、全ての部品で同一となるように、部品ごとに異なるVOXELサイズを自動的に算出する手段を持つことを主要な特徴とする。

【0009】さらに、算出される体積誤差が現在使用可能なマシン資源の範囲内で計算し得る最小値となるように、VOXELサイズを決定する手段を持つことにより、マシン資源の不足を生じさせないで最適な解析結果を得ることができるようにすることを特徴とする。

【0010】具体的には、以下の処理を行う。CADアセンブリモデルの各部品ごとに、少なくとも3個以上のVOXELサイズに対して、部品の本来の形状の体積と当該部品のVOXEL分割後の体積との誤差を算出し、体積誤差とVOXELサイズとの関係式を求める。次に、各部品ごとに、体積誤差とVOXELサイズとの関係式から体積誤差をある値に仮定した場合のVOXELサイズを算出し、そのVOXELサイズを用いたときの解析処理に要するマシン資源消費量を算出する。このマシン資源消費量の算出を少なくとも3個以上の体積誤差について行い、モデル全体のマシン資源消費量と体積誤差との関係式を求める。モデル全体のマシン資源消費量と体積誤差との関係式から、使用可能なマシン資源の範囲内で体積誤差が最小になる値を算出し、その体積誤差が最小になる値をもとに、各部品ごとにVOXELサイ

$$e_i = aV^2 + bV + c \quad (\text{範囲条件: } V > 0) \quad (\text{式1})$$

この式において、実測した少なくとも3点の e_i と V との値から、2次曲線(式1)の係数 a 、 b 、 c を求めることができる。これを全部品について行う。

【0017】続いてVOXELサイズによるマシン資源消費量計算部2では、VOXELサイズによる体積誤差計算部1で求めた2次曲線をもとに、体積誤差 e_i を全部品について一定にした場合のVOXELサイズを部品ごとに求めて、さらに、そのVOXELサイズにおける

ズを算出する。こうして算出した各部品ごとのVOXELサイズでもって各部品をVOXELに分割し、解析処理を行うことにより、解析精度のよい結果を実用的な時間内で求めることができる。

【0011】以上の処理をコンピュータによって実現するためのプログラムは、コンピュータが読みとり可能な可搬媒体メモリ、半導体メモリ、ハードディスク等の適当な記録媒体に格納することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面に従って本発明の実施の形態を説明する。図1は、本発明を実現する装置の構成例を示す図である。最適VOXELサイズ自動計算部10は、解析処理対象となっているCADアセンブリモデルの各部品ごとのVOXELサイズを本発明の手法によって算出する部分である。VOXEL分割部20は、最適VOXELサイズ自動計算部10によって算出されたVOXELサイズでもって各部品を分割する部分である。解析処理部30は、有限要素法その他の既知の方法によって種々の解析処理を行う部分である。VOXEL分割部20および解析処理部30の処理については、従来技術と同様であり、本発明の要旨に関係しないため詳しい説明は省略する。これらは、CPUとそのCPUが実行するソフトウェアプログラムとによって実現される。

【0013】最適VOXELサイズ自動計算部10のVOXELサイズによる体積誤差計算部1では、CADモデルの各部品(パーツ)ごとに、VOXELサイズと体積誤差 e との関係を示す2次曲線を算出する。

【0014】図2に、CADモデルの部品の体積およびVOXEL分割後の体積の模式図を示す。CADモデルの部品 i の体積を V_{CADi} 、VOXEL分割後の体積を V_{CAEi} ($i=1, 2, 3, \dots, n$)とすると、各部品 i ごとの体積誤差 e_i は、

$$e_i = |(V_{CADi} - V_{CAEi}) / V_{CADi}|$$

である。

【0015】以上の体積誤差 e_i を各部品ごとに少なくとも3個以上のVOXELサイズについて算出し、図3に示すような体積誤差 e_i とVOXELサイズとの関係を示す2次曲線を求める。この2次曲線は、VOXELサイズを V とすると、以下の式で与えられる。

【0016】

各部品のマシン資源消費量を計算する。すなわち、図4に示すように、 $e_1 = e_2 = \dots = e_n = e$ として、各部品ごとにVOXELサイズを求め、それをもとにマシン資源消費量を算出する。これを全部品について合計することにより、モデル全体のマシン資源消費量を求める。以上の処理を、所定数、例えば体積誤差が大中小の場合のように、少なくとも3つの体積誤差 e について行う。

【0018】なお、CPU時間やメモリ使用量等のマシ

ン資源消費量は、ほぼ分割したVOXEL数に比例する
と考えるとよいので、VOXELサイズから各部品ごとの
VOXEL数を算出し、あらかじめ経験的に求めた単位
VOXEL当たりのCPU時間やメモリ使用量から各部
品ごとのマシン資源消費量を算出することができる。マ
シン資源として、使用可能なディスク容量やメモリ容量
またはCPU時間（計算処理時間）のいずれかだけを考
慮してもよいし、これらのすべてを考慮するようにして

$$R = a\epsilon^2 + b\epsilon + c \quad (\text{範囲条件: } \epsilon \leq b) \quad (\text{式2})$$

少なくとも3点のRと ϵ との関係から、この式の係数
a, b, cを求めることができる。

【0021】マシン資源量による体積誤差最小値計算部
4では、体積誤差によるマシン資源消費量計算部3で求
めた2次曲線（式2）をもとに、解析処理を行う装置の
使用可能なマシン資源量から、図6に示すように、その
マシン資源量に対応する体積誤差を求める。この体積誤
差は、解析処理の途中でマシン資源の不足が生じない範
囲において最小となる値である。解析処理を行う装置の
使用可能なマシン資源量は、例えば解析の処理実行時間
が何時間以内、使用メモリ量が何MB以下というよう
に、ユーザに解析処理の前に指定させてもよいし、シス
テム環境情報としてシステム内に記憶されているシステム
定数から自動的に取得するようにしてもよい。

【0022】最小体積誤差によるVOXELサイズ計算
部5では、体積誤差によるマシン資源消費量計算部3で
求めた体積誤差の最小値から、各部品ごとのVOXEL
サイズを算出する。

【0023】図7に、本発明の実施の形態における処理
フローチャートを示す。

【0024】各部品ごとに、VOXELサイズによる体
積誤差および2次曲線（式1）を算出し（ステップS
2）、ステップS2の処理を処理回数が全部品数になる
まで繰り返す（ステップS1）。

【0025】続いて、ある一定の体積誤差を ϵ に設定し
て（ステップS4）、処理回数が全部品数になるまで
（ステップS5）、各部品ごとに体積誤差 ϵ の場合のマ
シン資源消費量を算出する（ステップS6）。全部品に
ついてステップS6の処理を行ったら、モデル全体につ
いての体積誤差 ϵ の場合のマシン資源消費量を算出する
（ステップS7）。ステップS4からステップS7までの
処理を処理回数が3回になるまで繰り返す（ステップ
S3）。

【0026】次に、ステップS4からステップS7まで
の処理で求めた値から、モデル全体についての体積誤差
 ϵ によるマシン資源消費量の2次曲線（式2）を算出し
（ステップS8）。現在のマシン資源量による体積誤差
（最適値E）を算出する（ステップS9）。

【0027】次に、各部品ごとに、ステップS9の処理
で求めた体積誤差Eの場合のVOXELサイズを算出し
（ステップS11）、全ての部品についてステップS1

もよい。

【0019】次に、体積誤差によるマシン資源消費量計
算部3では、マシン資源消費量から最適な体積誤差を求
めるために、VOXELサイズによるマシン資源消費量
計算部2で求めた体積誤差とマシン資源消費量との関係
から、図5に示すような2次曲線を求める。2次曲線は
マシン資源量をRとすると、次式で与えられる。

【0020】

1の処理を行ったら（ステップS10）、処理を終了す
る。

【0028】この結果をもとにVOXEL分割部20で
は、各部品をVOXELに分割し、解析処理部30で
は、種々の解析処理を実行する。

【0029】図8に示すように、本発明では、VOXEL
分割後の体積誤差が同一となるように部品ごとに異な
るVOXELサイズで分割する。この場合、部品Bにつ
いては、相対的に分割数が粗くなることが考えられる。
しかし、VOXEL分割数が粗くなる形状の部品は、も
ともと体積誤差が小さい形状の部品であるため、部品A
に比べて、VOXEL分割数が減少することによる影響
を受けにくい。一方、従来の方法では体積誤差が大き
くなった部品Aについては、本発明により、細かく分割
されるため、解析処理においてより高い精度が得られる。
したがって、CADアセンブリモデル全体としては、一
定以上の解析精度が保証され、解析結果の信頼性が高
くなる。

【0030】さらにVOXEL分割数は、許容できるマ
シン資源の範囲内で計算し得る最小の体積誤差をもとに
算出されるため、現在の環境でマシン資源不足を起こさ
ずに実行することができる最適な解析結果が得られるこ
とになる。

【0031】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、
従来のアセンブリモデル全体に対して同一のVOXEL
サイズを指定する方法と異なり、個々の部品（パーツ）
ごとに体積誤差が同一となるVOXELサイズを指定し
て分割する。このため、自由曲面を多く含む部品や微小
な部品が存在しても、個々の部品の形状、サイズに影響
されずに、全部品について一定以上の解析精度が保証さ
れ、アセンブリモデル全体としての解析結果の信頼性が
向上する。

【0032】また、実際に解析処理を行う前に、その処
理を行うマシンの資源の範囲内でVOXELサイズ（分
割数）を指定することができる。このため、解析処理の
途中でディスク、メモリ等の不足による解析不能を防
ぐことができ、現在のマシン資源の範囲内で計算し得
る、最適な解析結果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を実現する装置の構成例を示す図であ

る。

【図2】CADモデルの部品の体積とVOXEL分割後の体積を説明するための図である。

【図3】各部品ごとの体積誤差とVOXELサイズとの関係を示す2次曲線(式1)の算出を説明するための図である。

【図4】体積誤差 ϵ を一定とした場合のVOXELサイズ算出を説明するための図である。

【図5】マシン資源消費量と体積誤差 ϵ との関係を示す2次曲線(式2)の算出を説明するための図である。

【図6】マシン資源消費量から体積誤差の最適値を算出する処理を説明するための図である。

【図7】本発明の実施の形態における処理フローチャートである。

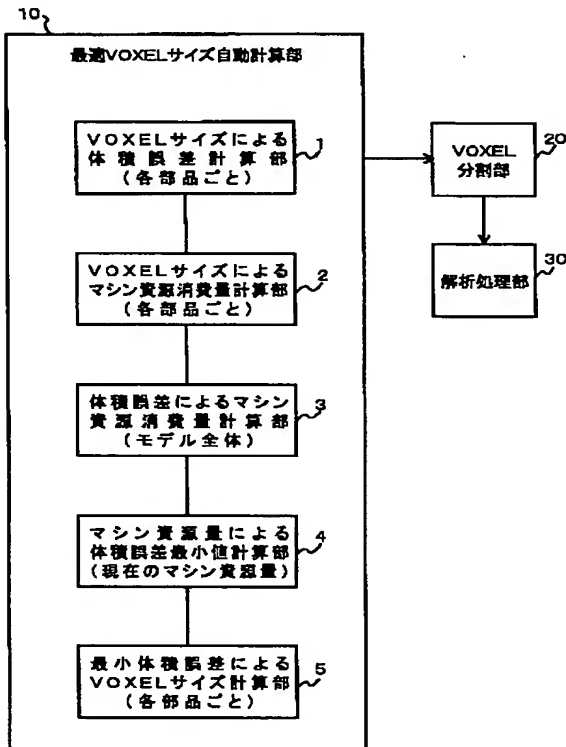
【図8】本発明によるCADモデルのVOXEL分割の例を示す図である。

【図9】従来方法によるCADモデルのVOXEL分割の例を示す図である。

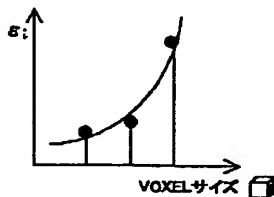
【符号の説明】

- 1 VOXELサイズによる体積誤差計算部
- 2 VOXELサイズによるマシン資源消費量計算部
- 3 体積誤差によるマシン資源消費量計算部
- 4 マシン資源量による体積誤差最小値計算部
- 5 最小体積誤差によるVOXELサイズ計算部
- 10 最適VOXELサイズ自動計算部
- 20 VOXEL分割部
- 30 解析処理部

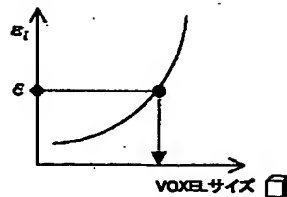
【図1】



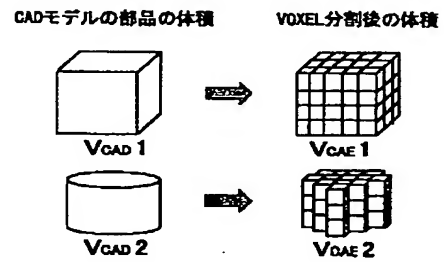
【図3】



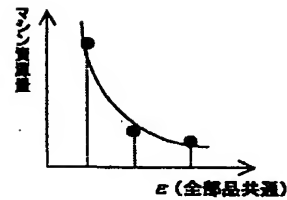
【図4】



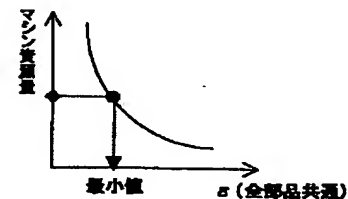
【図2】



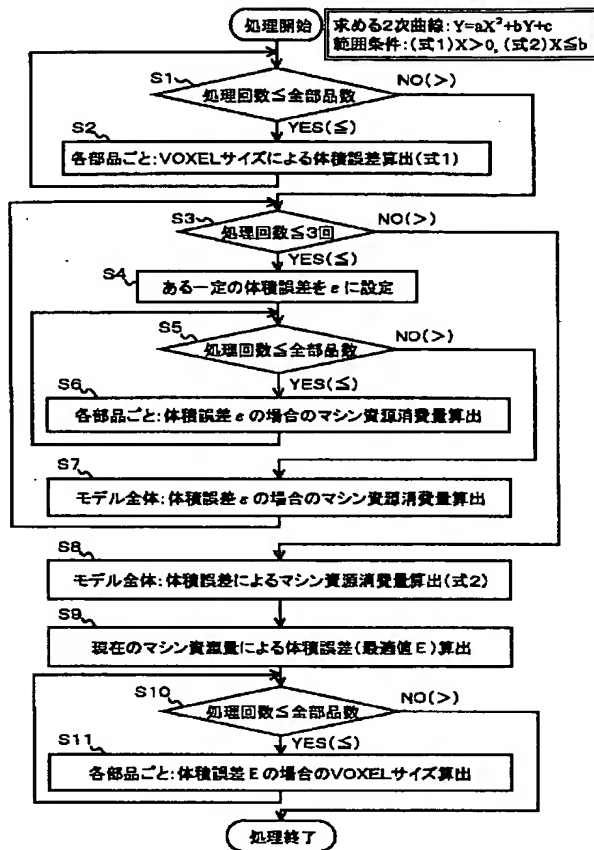
【図5】



【図6】

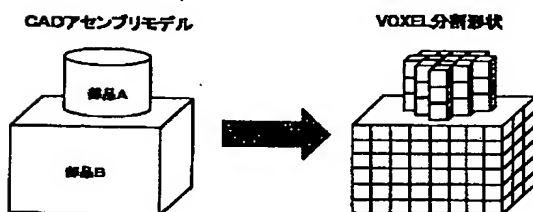


【図7】



【図9】

従来方法によるVOXEL分割



【図8】

本発明によるVOXEL分割

